

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-182151
(43)Date of publication of application : 26.06.2002

(51)Int.Cl. G02B 27/18
G02B 5/04
G02B 5/08
G02F 1/13
G02F 1/1335
G03B 21/00
G03B 33/12
G09F 9/00

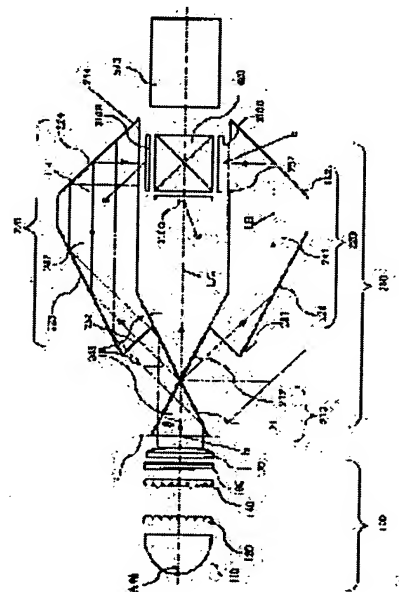
(21)Application number : 2000-381935 (71)Applicant : SEIKO EPSON CORP
(22)Date of filing : 15.12.2000 (72)Inventor : IKEGAMI TOSHIMASA

(54) COLOR LIGHT SEPARATION AND TRANSMISSION OPTICAL SYSTEM AND PROJECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a compact and high-performance color light separation and transmission optical system and a projector using the optical system by making the optical path length of the respective color light beams of the color light separation and transmission optical system equal to each other without using a relay optical system or the complicated setting of an optical path.

SOLUTION: Dichroic mirrors 211 and 212 separating the light from a light source 110 to red, green and blue light beams are arranged at an angle of $<45^\circ$ to an optical axis, and the difference of the optical path length among three color light beams separated by the dichroic mirrors is made small, and also air is used as the medium of the shortest optical path and the optical path longer than the shortest one is formed of a medium having a larger refractive index than the air, then the optical path length of the color light is made equal.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's

BEST AVAILABLE COPY

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-182151
(P2002-182151A)

(43) 公開日 平成14年6月26日 (2002. 6. 26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 0 2 B 27/18		G 0 2 B 27/18	Z 2 H 0 4 2
5/04		5/04	D 2 H 0 8 8
5/08		5/08	D 2 H 0 9 1
G 0 2 F 1/13	5 0 5	G 0 2 F 1/13	5 0 5 5 G 4 3 5
1/1335	5 1 5	1/1335	5 1 5

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-381935(P2000-381935)

(22) 出願日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 池上 敏正

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100095728

弁理士 上柳 雅誉 (外1名)

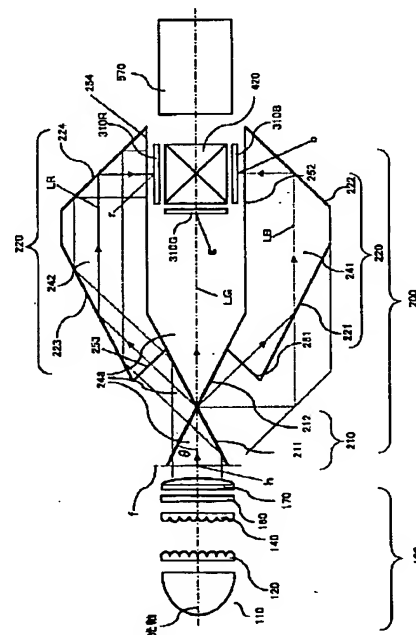
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 色光分離・導光光学系およびプロジェクタ

(57) 【要約】

【課題】 リレー光学系や複雑な光路の引き回しを用いることなしに、色光分離・導光光学系の各色光の光路長を等しくして、小型で高性能の色光分離・導光光学系およびそれを用いたプロジェクタを得ること。

【解決手段】 光源110からの光を赤、緑、青の各色光に分離するダイクロイックミラー211、212を光軸に対して45°未満の角度で配置し、ダイクロイックミラーで分離された3つの色光の光路長の差を小さくするとともに、最短の光路の媒質を空気で、それより長い光路は空気より大きい屈折率を有する媒質で形成し、各色光の光路長を等しくする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源からの光を赤、緑、青の各色光に分離する色光分離光学系と、前記色光分離部材で分離された各色光を対応する電気光学装置に導く色光導光光学系とからなる色光分離・導光光学系であって、前記色光分離光学系は、光源から射出された光の入射光軸に対し 45° 未満の角度で配置された色光分離面を有することを特徴とする色光分離・導光光学系。

【請求項 2】 前記色光分離面は、略 X 字状に配置してなることを特徴とする請求項 1 記載の色光分離・導光光学系。

【請求項 3】 前記色光分離光学系は、ダイクロイックミラーであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の色光分離・導光光学系。

【請求項 4】 前記色光分離光学系は、ダイクロイックプリズムであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の色光分離・導光光学系。

【請求項 5】 前記色光分離部に入射した光を前記各色光に分離しその分離した各色光を前記電気光学装置に導く光路に屈折率の異なる媒質を配して各色光の光路長を等しく形成したことを特徴とする請求項 1 記載の色光分離・導光光学系。

【請求項 6】 前記色分離・導光光学系が、中央に形成された第 1 色光の光路と、前記第 1 色光の光路に対して対称に形成された第 2 および第 3 色光の光路とを備え、前記第 2 および第 3 色光の光路媒質の屈折率を前記第 1 色光の光路媒質の屈折率より大きくしたことを特徴とする請求項 5 記載の色光分離・導光光学系。

【請求項 7】 前記第 1 色光の光路を形成する第 1 の光路媒質と、前記第 2 の光路を形成する第 1 および第 2 の光路媒質のうち、異なる光路媒質を通過する前記第 1 および第 2 の光路長との比が、前記第 1 の光路媒質の屈折率と前記第 2 の光路媒質の屈折率との比を略反比例の関係にあることを特徴とする請求項 6 記載の色光分離・導光光学系。

【請求項 8】 前記光路媒質は、合成樹脂かなることを特徴とする請求項 5 乃至 7 記載の色光分離・導光光学系。

【請求項 9】 前記第 2 および第 3 の光路媒質の光入射面および光射出面は、各々の面に入射する光の光軸に対して垂直な面で形成したことを特徴とする請求項 3 乃至 5 記載の色光分離・導光光学系。

【請求項 10】 光源から照射される光をその偏向方向を描える照明光学系と、前記照明光学系から射出された光を赤、緑、青の各色光に分離する色光分離光学系と、前記色光分離光学系で分離された各色光を対応する電気光学装置に導く色光導光光学系と、前記各色光を与えられた画像情報にしたがって変調する電気光学装置と、その電気光学装置で変調された各色光を合成する色光合成光学系とを備えたプロジェクトにおいて、前記請求項 1

乃至 9 記載のいずれかの色光分離・導光光学系を用いたことを特徴とするプロジェクト。

【請求項 11】 前記色光分離部の光源から射出された光の入射光軸方向に対する角度と色光合成光学系の光束の入射光軸方向に対する角度が異なることを特徴とする請求項 10 記載のプロジェクト。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像表示用光学系あるいはそれを用いたプロジェクトに関する。

【0002】

【従来の技術】図 6 はプロジェクトにおける公知の光学系を示す平面図である。これによれば、プロジェクト 500 は、光源 510 から照射された光の照度分布を均一化し、かつ、偏向方向が揃った状態で液晶パネル 550R、550G、550B に入射させるための照明光学系 520 と、この照明光学系 520 から射出される光 W を、赤、緑、青の各色光 R、G、B に分離する色光分離光学系 530 と、色光分離光学系 530 によって分離された各色光のうち、青色光 B を対応する液晶パネル 550B に導くリレー光学系 540 と、各色光を与えられた画像情報に従って変調する光変調手段としての 3 枚の液晶パネル 550R、550G、550B と、変調された各色光を合成する色光合成光学系としてのクロスダイクロイックプリズム 560 と、合成された光を投写面上に拡大投写する投写レンズ 570 とを備える。

【0003】ところで、照明光学系 520 からの光は、色光分離光学系 530 によって、赤、緑、青の各色光 R、G、B に分離された後、それぞれ対応する液晶パネル 550R、550G、550B に入射する。この場合、色光分離光学系 530 における各色光の光路長が相違すると、各液晶パネルに入射する各色光の強度に差が生ずるので、他の色光の光路よりも長い光路を有する青色光 B には、特にリレー光学系 540 を用いて、光の拡散などによる光の利用効率の低下を防止している。また、特開平 5-66505 号には、赤、緑、青の各色光の光路長を、ミラーを用いて水平方向に繰り返し反射させて引き回すことにより、赤、緑、青の各色光の光路長を等しくする投影型液晶表示装置が開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、分離された各色光の光路長を等しくするために、リレー光学系を用いた色光は、その照度分布が反転して色むら等が発生しやすい。また、各色光の光路を、ミラーを用いて水平方向に引き回した場合には、一般にその光路が長くなるため、照度が落ちてしまうという問題がある。

【0005】本発明はこれらの課題を解決するためになされたもので、リレー光学系や複雑な光路の引き回しを用いることなしに、色光分離光学系の各色光の光路長を等しくして、小型で高性能の画像表示用光学系およびそ

れを用いたプロジェクタを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、光源からの光を赤、緑、青の各色光に分離する色光分離光学系と、前記色光分離部材で分離された各色光に対応する電気光学装置に導く色光導光光学系とからなる色光分離・導光光学系であって、前記色光分離光学系は、光源から射出された光の入射光軸に対し 45° 未満の角度で配置された色光分離面を有することを特徴とする。これは例えば、色光分離面をX字状に配置させることが好ましい。また、前記色光分離光学系は、ダイクロイックミラーまたはダイクロイックプリズムであってもよい。

【0007】この構成によれば、色光分離光学系に入射する光の方向とそこから射出する光の方向が鈍角となるため、分離された各色光の光路長（色光分離光学系から電気光学装置までの経路）の差を短くすることができ、色光分離・導光光学系の小型化ができる。

【0008】さらに、前記色光分離部に入射した光を前記各色光に分離しその分離した各色光を前記電気光学装置に導く光路に屈折率の異なる媒質を配して各色光の光路長を等しく形成したことを特徴とする。

【0009】これは例えば、前記色分離・導光光学系が、中央に形成された第1色光の光路と、前記第1色光の光路に対して対称に形成された第2および第3色光の光路とを備え、前記第2および第3色光の光路媒質の屈折率を前記第1色光の光路媒質の屈折率より大きくしたものである。

【0010】また、前記第1色光の光路を形成する第1の光路媒質と、前記第2の光路を形成する第1および第2の光路媒質のうち、異なる光路媒質を通過する前記第1および第2の光路長との比が、前記第1の光路媒質の屈折率と前記第2の光路媒質の屈折率との比を略反比例の関係にあることを特徴とする。

【0011】これらの構成によれば、色光分離・導光光学系における各色光の光路を必要最低限度で短くし、かつ等しくできるので色光分離・導光光学系の小型化が一層促進され、輝度の差を少なくすることができるとともに、各光路長の調整が可能となり、画像の色バランスも適正に維持される。

【0012】また、前記第2の光路媒質が合成樹脂から形成してもよい。これにより、色分離・導光光学系が複雑な形状であっても形成でき、さらには軽量化も図ることができる。

【0013】さらに、前記第2および第3の光路媒質の光入射面および光射出面は、各々の面に入射する光の光軸に対して垂直な面で形成したことを特徴とする。これにより、光路媒質に入射する光や射出する光の偏向を防止することができる。

【0014】光源から照射される光をその偏向方向を揃える照明光学系と、前記照明光学系から射出される光を

赤、緑、青の各色光に分離する色光分離光学系と、前記色光分離光学系で分離された各色光に対応する電気光学装置に導く色光導光光学系と、前記各色光を与えられた画像情報に従って変調する電気光学装置と、その電気光学装置で変調された各色光を合成する色光合成光学系とを備えたプロジェクタにおいて、上記いずれかの色光分離・導光光学系を用いたことを特徴とする。

【0015】また、前記色光分離部材の光源から射出された光の入射光軸方向に対する角度と色光合成光学系の光の入射光軸方向に対する角度が異なる構成としている。

【0016】このようなプロジェクタでも、前記色光分離・導光光学系を有することにより、前述した作用効果が同様に得られることから、本発明の目的が達成される。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施例に基づき説明する。

【0018】実施の形態1

図1は、本発明の一実施例である色光分離・導光光学系を備えたプロジェクタの光学系を示す平面図である。このプロジェクタの光学系は、照明光学系100と、色光分離光学系210と色光導光光学系220からなる色光分離・導光光学系200と、電気光学装置としての液晶ライトバルブ310R、310G、310Bと、色光合成光学系としてのダイクロイックプリズム420、および投写レンズ570とを備える。

【0019】照明光学系100は、図3に示すように、光源（リフレクタを含む）110、複数の小レンズからなる第1および第2レンズアレイ120、140、遮光板150、偏光変換素子アレイ160、重畳レンズ170等から構成されている。

【0020】偏光変換素子アレイ160は、図3に示すように、2つの偏光変換素子アレイA161、偏光変換素子アレイB162が光軸を挟んで対称な向きに配置されたもので、これらの偏光変換素子アレイA161、B162は、入射された非偏光の光束を1種類の直線偏光（例えば、s偏光光やp偏光光）に変換して射出する機能を有する。図4は偏光変換素子アレイの作用を示す模式図である。偏光変換素子アレイA161の入射面に、s偏光成分やp偏光成分を含む非偏光光（ランダムな偏光方向を含む入射光）が入射すると、この入射光は、まず、偏光分離膜166によってs偏光光とp偏光光に分離される。s偏光光は偏光分離膜166によってほぼ垂直に反射され、反射膜167によってさらに反射されてから射出される。一方、p偏光光は、偏光分離膜166をそのまま透過する。偏光分離膜166を透過したp偏光光の射出面には、 $\lambda/2$ 位相差板164が配置されており、このp偏光光がs偏光光に変換されて射出する。従って、偏光変換素子アレイA161を通過した

光は、そのほとんどが s 偏光光となって射出される。なお、偏光変換素子アレイ A161 から射出される光を p 偏光光としたい場合には、 $\lambda/2$ 位相差板 164 を、反射膜 167 によって反射された s 偏光光の射出する射出面に配置すればよい。また、偏光方向を揃えられる限り、 $\lambda/4$ 位相差板を用いたり、所望の位相差板を p 偏光光と s 偏光光の射出面の双方に設けたりしてもよい。

【0021】図 1 にのもどり、色光分離・導光光学系 200 について説明する。

【0022】まず、色光分離・導光光学系 200 の入口には、色光分離光学系 210 が設けられており、その色光分離光学系 210 は、照明光学系 100 から射出された 1 種類の直線偏光光を、赤色光を反射し他の色光を透過する色光分離面を有する第 1 ダイクロイックミラー 211 と、青色光を反射し他の色光を透過する色光分離面を有する第 2 ダイクロイックミラー 212 とで構成されている。また、図に示すように第 1 ダイクロイックミラー 211 と第 2 ダイクロイックミラー 212 は、照明光学系から照射される光の光軸に対する角度 θ を 45° 未満になるよう平面配置し、かつ X 字状に交差させてある。

【0023】次に、色光導光光学系 220 は、第 1 ダイクロイックミラー 211 で分離された赤色光の光路を形成させるためのミラー（金属を蒸着した反射膜も含む）223、224 が第 1 ダイクロイックミラー 211 側と液晶ライトバルブ 310R 側とにそれぞれ配置され、さらに、第 2 ダイクロイックミラー 212 で分離された青色光の光路を形成させるためのミラー（金属を蒸着した反射膜も含む）221、222 が第 2 ダイクロイックミラー 212 側と液晶ライトバルブ 310R 側とにそれぞれ配置される。これらの赤色光と青色光の光路は、後述する緑色光の光軸に対して左右対称に形成して、その光路長をほぼ等しくしている。

【0024】一方、第 1 および第 2 ダイクロイックミラー 211、212 を透過して分離された緑色光の光路は、赤色光と青色光の光路の中央に位置するよう形成している。上述の赤・緑・青の各色光の光路は、光軸と平行な平面上に配置されている。液晶ライトバルブ 310R、310G、310B は、赤、緑、青の各色光毎に、図示していないが、少なくとも液晶パネルと、入射および出射側偏光板から構成されている。

【0025】クロスダイクロイックプリズム 420 は、4 つの頂角が直角な二等辺三角形形状の直角プリズムを組み合わせたもので、赤色光を反射する誘電体多層膜と、青色光を反射する誘電体多層膜とが界面に略 X 字状に形成されている。これらの誘電体多層膜によって 3 色の変調光が合成されて、投写光学系である投写レンズを介してカラー画像を投写するための合成光が形成される。

【0026】また、液晶ライトバルブ 310R、310G、310B は、クロスダイクロイックプリズム 420

に接着剤等で固定されている。

【0027】次に、上述したように構成されたプロジェクタの動作を説明する。

【0028】図 3 に示すように、光源 110 から射出された非偏光光は、第 1 レンズアレイ 120 を構成する複数の小レンズによって複数の部分光束 102 に分割され、第 2 レンズアレイ 140 を構成する複数の小レンズによって偏光変換素子アレイ 160 の偏光分離膜 166 の近傍に集光される。遮光板 150 は、偏光変換素子アレイ 160 への部分光束が反射膜 167 に対応した位置に入射するのを防ぐためのものである。こうして偏光変換素子アレイ 160 に入射した部分光束は、上述したように 1 種類の直線偏光光に変換され射出される。そして偏光光がそろった複数の部分光束は、色光分離・導光光学系を経由して、液晶ライトバルブ 310R、310G、310B へ向かう。その際、重畳レンズ 170 は、光束を液晶ライトバルブ 310R、310G、310B の液晶パネル上に重畳されるように作用している。

【0029】図 1 に戻り、照明光学系 100 から色分離光学系 210 に入った光は、赤色光を反射し他の色光を透過する第 1 ダイクロイックミラー 211 と、青色光を反射し他の色光を透過する第 2 ダイクロイックミラー 212 とによって赤・緑・青の各色光に分離される。

【0030】第 1 ダイクロイックミラー 211 で反射された赤色光は、ミラー 223、224 でそれぞれ反射された後、液晶ライトバルブ 310R へ入射する。

【0031】また、第 2 ダイクロイックミラー 212 で反射された青色光は、ミラー 221、222 でそれぞれ反射された後、液晶ライトバルブ 310B へ入射する。

【0032】さらに、第 1 および第 2 ダイクロイックミラー 211、212 を透過した緑色光は、空間部 243 を通って液晶ライトバルブ 310G へ入射する。

【0033】液晶ライトバルブ 310R、310G、310B を構成する各液晶パネルは、入射した光を与えられた画像情報（画像信号）に従って変調する電気光学装置としての機能を有しており、そこに入射した各色光は、与えられた画像情報に従って変調されて各色光に対応する画像を形成する。

【0034】さらに、それぞれの液晶ライトバルブ 310R、310G、310B から射出された各変調光は、クロスダイクロイックプリズム 420 に入射して合成され、その合成光が投写レンズ 570 によってスクリーン上にカラー画像として投写（表示）される。

【0035】この色光分離・導光光学系 200 はシンプルな構成ではあるが、赤色光や青色光の光路の幾何学的距離は、緑色光の光路の幾何学的距離より長くなる。ここで各色光の幾何学的光路長とは、各色光の光軸が第 1 および第 2 ダイクロイックミラー 211、212 の仮想入射面「から、各液晶ライトバルブの入射面までの距離をいう。例えば、赤・緑・青色光の各光路長は、図 1 に

示した各々の線 L_R (h から r)、 L_G (h から g)、 L_B (h から b) の長さとなる。この幾何学的距離の差を短くすることによって色光分離・導光光学系の大きさを小さくすることが可能となる。詳述すると、二点差線は、第 2 ダイクロイックミラー 212 を照明光学系から入射する光の光軸に対する角度を 45° とした場合の青色光の光路長および色光導光光学系の配置を示している。一方、破線は、第 1 ダイクロイックミラー 211 の角度を例えば 22.5° とした場合の赤色光の光路長および色光導光光学系の配置を示している。このように、第 1 ダイクロイックミラー 211 の角度を 45° 未満とすることで、導光光学系の大きさを小さくすることが可能となる。

【0036】次に、緑色光の光路長と他の色光の光路長差は、光路の媒質を異ならせることで調整できる。すなわち、光路を形成する媒質の屈折率が大きくなるとその媒質中を通過する光の速度が速くなるため、幾何学的距離が媒質の屈折率に応じて見掛け上、短くなることを利用するものである。

【0037】緑色光の光路の媒質を空気（屈折率は約 1）としたこの例では、赤色光や青色光の光路を空気より大きな屈折率の媒質で構成することで、その光路長を幾何学的距離より短くすることができる。ここでは、空気を第 1 の光路媒質とし、赤色光や青色光の光路の一部を第 2 媒質としてガラス 241、242 を使用し、そのガラスの大きさを調整することで、青色光や赤色光の光路長を緑色光の光路長と等しくしている。

【0038】具体的には、緑色光の光路長 L_G から赤色光が空气中を通過する光路長を引いた値 L_{G0} と赤色光の光路長 L_R から空气中を通過する光路長を引いた値、換言すると赤色光がガラス中を通過する距離 L_{R0} 、および空気の屈折率 n_0 とガラスの屈折率 n_1 の関係が、 $L_{G0} : L_{R0} = n_1 : n_0$ となるように設定すればよい。また、青色光の光路についても、同様である。このガラス 241、242 は青色光や赤色光の光軸に対し、垂直な平面で形成されており、その平面の形状は矩形状となっている。

【0039】なお、このような媒質として、ガラスの他にダイヤモンド、石英、サファイア、水晶、合成樹脂、水等の透明な物質の使用が可能である。特に、合成樹脂を用いた場合は、複雑な色光導光光学系の形状であっても容易に製造できるとともに軽量化をも図ることができる。

【0040】また、これらの媒質が光路全体を形成する構成、あるいは光路の一部を形成する構成のいずれでも可能である。

【0041】この実施例のプロジェクトでは、色光分離・導光光学系における各色光の光路長のうち、最短の光路長に他の色光の光路長を近づけるとともに、他の色光の光路長に屈折率の大きな媒質を介在させ、光学的に等

しい距離を形成したことから、色光分離・導光光学系が一層小型化することができ、画像の色バランスも適正に維持される。

【0042】実施の形態 2. 図 2 は、本発明の実施の形態 2 に係るプロジェクトの光学系を示す平面図である。

【0043】これは、照明光学系と色光導光光学系の一部の構成を除いて、上記実施の形態 1 と同じ構成となっている。ここで、前記実施の形態と同じ機能部材には同一符号を付し、それらの詳細な説明を省略または簡略化する。

【0044】まず、照明光学系 600 は、図 2 および図 5 に示すように、光源 610 は、楕円リフレクタ 612 と、楕円リフレクタ 612 の第 1 焦点に取り付けられた光源ランプ 611、楕円リフレクタ 612 によりその第 2 焦点に向けて射出された光を光軸に対して平行に射出する平行化レンズ 620、偏光変換素子 630 から構成されている。偏光変換素子 630 には、円錐台状の本体を備え、円錐台状の中央部 631 とこの中央部 631 を錐面を囲むように設けられた外周部 633 とを含んで構成されている。これらの中央部 631 および外周部 633 はともにガラスで形成されている。外周部 633 の錐面と中央部 631 の錐面は同じ傾がり方向、すなわち光射出側に向かうに従って広がるように形成されている。中央部 631 の錐面と外周部 633 の内面との間には、非偏光の光 ($s+p$) のうち偏光光 s を反射し、偏光光 p をのみを透過する偏光分離膜 666 が形成されている。中央部 631 の光射出面には、偏光光 p を偏光光 s に変換する $\lambda/2$ 位相差板 664 が設けられている。一方、外周部 633 の外側錐面には反射膜 667 が形成されている。この反射膜 667 は、偏光分離膜 666 で反射した偏光光 s をさらに反射させて外周部 633 の円環状の外側射出面から射出させるものである。

【0045】また、色光分離・導光光学系 700 は、色光分離光学系 210 と導光光学系 720 から構成されている。色光導光光学系 720 は、第 1 ダイクロイックミラー 211 で分離された赤色光の光路を形成させるためのミラー 723、724 が第 1 ダイクロイックミラー 211 側と液晶ライトバルブ 310 R 側とにそれぞれ配置され、さらに、第 2 ダイクロイックミラー 212 で分離された青色光の光路を形成させるためのミラー 721、722 が第 2 ダイクロイックミラー 212 側と液晶ライトバルブ 310 R 側とにそれぞれ配置される。これらの赤色光と青色光の光路は、後述する緑色光の光軸に対して左右対称に形成して、その光路長をほぼ等しくしている。

【0046】一方、第 1 および第 2 ダイクロイックミラー 211、212 を透過して分離された緑色光の光路は、赤色光と青色光の光路の中央に位置するよう形成されている。上述の赤・緑・青の各色光の光路は、光軸と平行な平面上に配置されている。ここにおいても、赤色光

や青色光の光路には、第2の光路媒質としてはガラス741、742を設けている。このガラス741、742の光入射面751、753および光射出面752、754と、反射ミラーを設けた面を除く面には、ガラス742の外部からの光を遮断するとともに反射を抑えるための黒色等の色合いを有した塗装等の処理が施されている。また、図には理解し易くするために、ガラス面と塗装761~764とを離して示してある。

【0047】この実施例のプロジェクトでは、照明光学系を含む光学系がより一層コンパクトに構成されるとともに、外光や反射等による影響を少なくすることができる。なお、本発明は、上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる他の構成等を含み、以下に示すような変形等も本発明に含まれる。

【0048】例えば、上記実施の形態では、透過型の液晶パネルを用いたプロジェクトに本発明を適用した場合の例について説明したが、本発明は、反射型の液晶パネルを用いたプロジェクトにも適用することが可能である。また、後述のように電気光学装置は液晶パネルに限定されない。ここで、「透過型」とは、液晶パネルなどの電気光学装置が光を透過するタイプであることを意味しており、「反射型」とは液晶パネルなどの電気光学装置が光を反射するタイプであることを意味している。反射型の電気光学装置を採用したプロジェクトでは、ダイクロイックプリズムが、光を赤・緑・青の3色分離する色光分離手段として利用されるとともに、変調された3色を合成して同一の方向に射出する色光合成手段としても利用されることがある。

【0049】また、上記実施の形態では、入射光の光軸と第1および第2ダイクロイックミラー211、212の角度を22.5°としたが、45°未満であれば目的を達成できる。さらに、第1および第2ダイクロイックミラー211、212を交差させて配置したが、光軸上に交差させずに配置してもよい。第1および第2ダイクロイックミラー211、212を用いたが、第1および第2ダイクロイックミラー211、212の外端を結んだ平面形状のダイクロイックプリズムに変えて構成してもよい。

【0050】また、緑色光の光路を中央に、その光路に対して左右対称に赤・青色光の光路を形成したが、適宜各色光の光路を変えてもよい。

【0051】光変調用電気光学装置は、液晶パネルを用いた液晶ライトバルブに限られるものではなく、例えば、マイクロミラーを用いた装置であってもよい。

【0052】色光合成光学系であるプリズムも、4つの直角プリズムの接着面に沿って二種類の色光選択面が形成されたダイクロイックプリズムに限られず、色光選択面が一種類のダイクロイックプリズムやダイクロイック

ミラー、あるいは偏光ビームスプリッタであってもよい。その他プリズムは、略六角面体状の光透過性の箱の中に色光選択面を配置し、そこに液体を充填したようなものであってもよい。

【0053】さらに、プロジェクトとしては、投写画像を観察する方向から投写を行う前面プロジェクトと、投写画像を観察する方向とは反対側から投写を行う背面プロジェクトとがあるが、上記実施の形態で示した構成は、そのいずれにも適用可能である。

10 【0054】

【発明の効果】本発明によれば、リレー光学系や複雑な光路の引き回しを用いることなく色分離・導光光学系の各色光の光路長を等しくできるので、画像の色バランスが適切に保たれ、光の利用効率も高められた小型の色光分離・導光光学系およびそれを用いたプロジェクトを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である色光分離・導光光学系を組み込んだプロジェクトの光学系を示す平面図。

20 【図2】本発明の他の実施例である色光分離・導光光学系を組み込んだプロジェクトの光学系を示す平面図。

【図3】図1の照明光学系の作用を示す模式図。

【図4】図1の偏光素子アレイの作用を示す模式図。

【図5】図2の照明光学系の作用を示す模式図。

【図6】公知のプロジェクトの光学系を示す平面図。

【符号の説明】

100, 600 照明光学系

110, 610 光源

120 第1レンズアレイ

30 140 第2レンズアレイ

150 遮光板

160 偏光変換素子アレイ

170 重畳レンズ

200, 700 色光分離・導光光学系

211 第1ダイクロイックミラー

212 第2ダイクロイックミラー

221, 222, 223, 224 ミラー

721, 722, 723, 724 ミラー

241, 242, 741, 742 ガラス

40 243 空間部

251, 751 光入射面

252, 752 光射出面

310R, 310G, 310B 液晶ライトバルブ

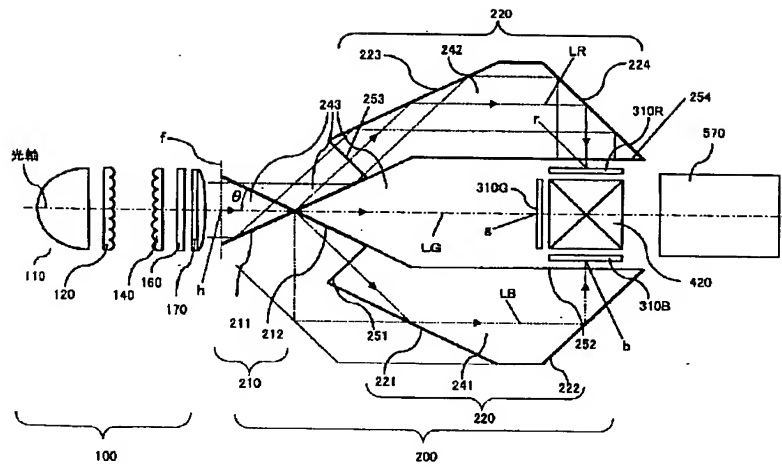
420 クロスダイクロイックプリズム

570 投写レンズ

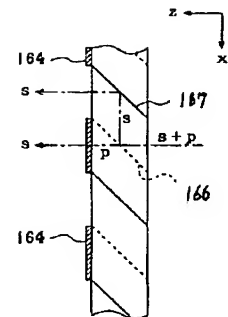
620 平行化レンズ

630 偏光変換素子

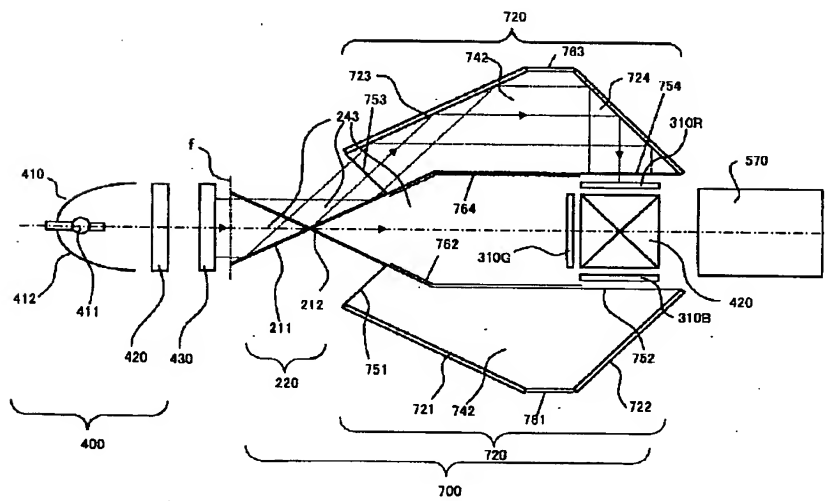
【図1】



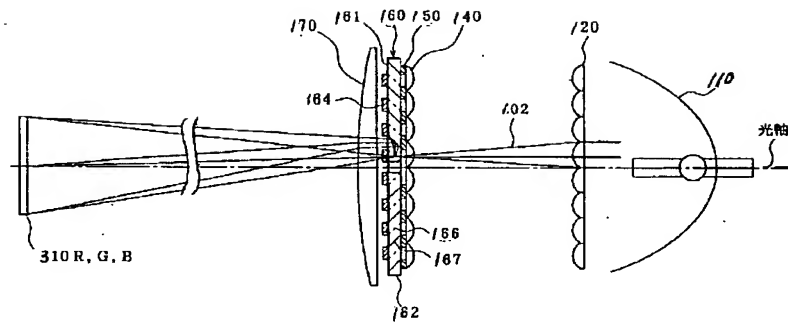
【図4】



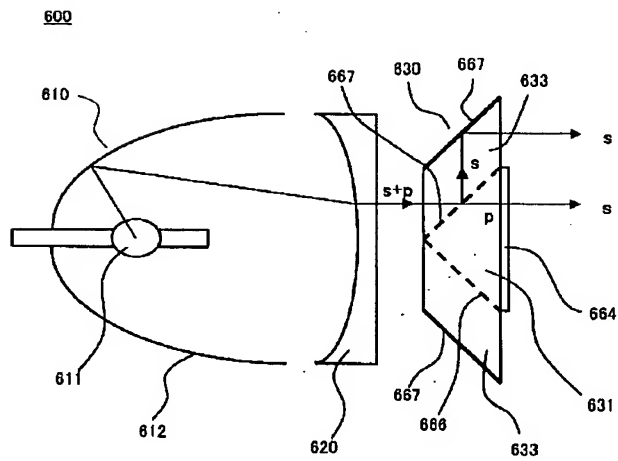
【図2】



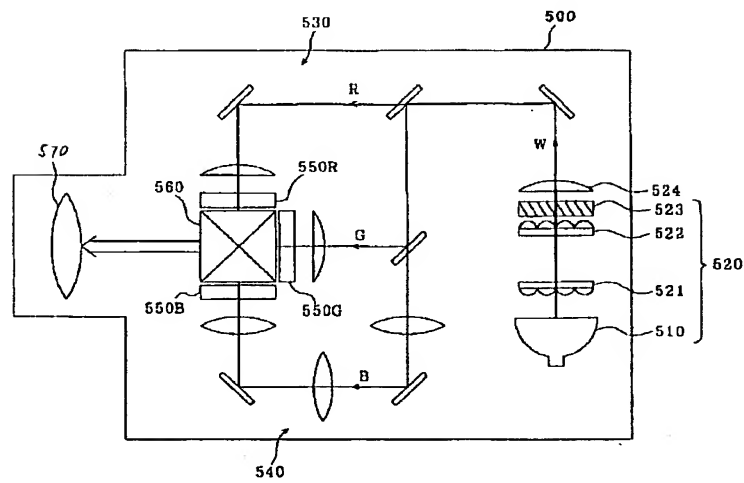
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 0 3 B 21/00		G 0 3 B 21/00	E
33/12		33/12	
G 0 9 F 9/00	3 6 0	G 0 9 F 9/00	3 6 0 D

F ターム (参考) 2H042 CA08 CA12 DA01 DA09 DB02
 DE04
 2H088 EA15 HA13 HA18 HA21 HA23
 HA24 HA25 HA28 MA02 MA05
 2H091 FA05Z FA08X FA08Z FA14Z
 FA26X FA29Z FA34Z FA41Z
 LA11 LA15 LA17
 5G435 AA03 AA04 BB12 BB17 CC12
 DD02 FF03 FF05 GG01 GG02
 GG03 GG04 GG08 GG28 LL15

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

- [Claim 1] They are the colored light separation and light guide optics which consists of colored light separation optical system which divides the light from the light source into each colored light of red, green, and blue, and colored light light guide optical system which leads each colored light separated by said colored light separation member to a corresponding electro-optic device. Said colored light separation optical system is the colored light separation and light guide optical system characterized by having the colored light separation side arranged at the include angle of less than 45 degrees to the incident light shaft of light injected from the light source.
- [Claim 2] Said colored light separation side is the colored light separation and light guide optical system according to claim 1 characterized by coming to arrange in the shape of an abbreviation X character.
- [Claim 3] Said colored light separation optical system is the colored light separation and light guide optical system according to claim 1 or 2 characterized by being a dichroic mirror.
- [Claim 4] Said colored light separation optical system is the colored light separation and light guide optical system according to claim 1 or 2 characterized by being a dichroic prism.
- [Claim 5] Colored light separation and light guide optical system according to claim 1 characterized by having arranged the medium by which refractive indexes differ in the optical path which divides into said each colored light the light which carried out incidence to said colored light separation section, and leads each of that separated colored light to said electro-optic device, and forming the optical path length of each colored light equally.
- [Claim 6] Colored light separation and light guide optical system according to claim 5 characterized by having equipped said color separation and light guide optical system with the optical path of the 1st colored light formed in the center, and the optical path of the 2nd and 3rd colored light formed in the symmetry to the optical path of said 1st colored light, and making the refractive index of the optical-path medium of said 2nd and 3rd colored light larger than the refractive index of the optical-path medium of said 1st colored light.
- [Claim 7] Colored light separation and light guide optical system according to claim 6 characterized by a ratio with said 1st and 2nd optical path lengths who pass a different optical-path medium among the 1st optical-path medium which forms the optical path of said 1st colored light, and the 1st [which forms said 2nd optical path], and 2nd optical-path media having the relation of an abbreviation inverse proportion in the ratio of the refractive index of said 1st optical-path medium, and the refractive index of said 2nd optical-path medium.
- [Claim 8] Said optical-path medium is synthetic resin, or the colored light separation according to claim 5 to 7 and the light guide optical system which are characterized by becoming.
- [Claim 9] Said the 2nd and 3rd optical plane of incidence and irradiation labor attendants of an optical-path medium are the colored light separation and light guide optical system according to claim 3 to 5 characterized by forming in each field in respect of being perpendicular to the optical axis of the light which carries out incidence.
- [Claim 10] The colored light separation optical system which divides into each colored light of red,

green, and blue the light injected in the light irradiated from the light source from the illumination-light study system which arranges the deviation direction, and said illumination-light study system, The colored light light guide optical system which leads each colored light separated by said colored light separation optical system to a corresponding electro-optic device, In the projector equipped with the electro-optic device modulated according to the image information which was able to give said each colored light, and the colored light composition optical system which compounds each colored light modulated with the electro-optic device The projector characterized by using said one of colored light separation and light guide optical system according to claim 1 to 9.

[Claim 11] The projector according to claim 10 by which it is differing [the include angle to the incident light shaft orientations of the light injected from the light source of said colored light separation section]-from include angle to incident light shaft orientations of the flux of light of colored light composition optical system characterized.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the projector which used the optical system for image display, or it.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 6 is the top view showing the well-known optical system in a projector. The illumination-light study system 520 for carrying out incidence to liquid crystal panels 550R, 550G, and 550B, after according to this the projector 500 equalized the illumination distribution of the light irradiated from the light source 510 and the deviation direction has gathered, The colored light separation optical system 530 which divides into each colored light R, G, and B of red, green, and blue the light W injected from this illumination-light study system 520, The relay optical system 540 which leads blue glow B to corresponding liquid crystal panel 550B among each colored light separated according to the colored light separation optical system 530, The liquid crystal panels 550R, 550G, and 550B of three sheets as a light modulation means to become irregular according to the image information which was able to give each colored light, It has the cross dichroic prism 560 as colored light composition optical system which compounds each modulated colored light, and the projection lens 570 which carries out expansion projection of the compounded light on a projection side.

[0003] By the way, according to the colored light separation optical system 530, after separating into each colored light R, G, and B of red, green, and blue, incidence of the light from the illumination-light study system 520 is carried out to the liquid crystal panels 550R, 550G, and 550B which correspond, respectively. In this case, if the optical path length of each colored light in the colored light separation optical system 530 is different, since a difference will arise about the reinforcement of each colored light which carries out incidence to each liquid crystal panel, especially to the blue glow B which has an optical path longer than the optical path of other colored light, decline in the use effectiveness of the light by diffusion of light etc. has been prevented using the relay optical system 540. Moreover, red, green, and the projection mold liquid crystal display that makes equal the optical path length of each blue colored light are indicated by JP,5-66505,A by making it reflect repeatedly using a mirror horizontally, and taking about the optical path length of each colored light of red, green, and blue.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in order to make equal the optical path length of each separated colored light, the illumination distribution is reversed and an irregular color etc. tends to generate the colored light which used relay optical system. Moreover, since the optical path generally becomes long when the optical path of each colored light is horizontally taken about using a mirror, there is a problem that an illuminance will fall.

[0005] Without having been made in order that this invention might solve these technical problems, and using leading about of relay optical system and a complicated optical path, the optical path length of each colored light of colored light separation optical system is made equal, and it is small and aims at offering the optical system for image display of high performance, and the projector using it.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The colored light separation optical system from which this invention separates the light from the light source into each colored light of red, green, and blue, It is the colored light separation and light guide optics which consists of colored light light guide optical system which leads each colored light separated by said colored light separation member to a corresponding electro-optic device, and said colored light separation optical system is characterized by having the colored light separation side arranged at the include angle of less than 45 degrees to the incident light shaft of light injected from the light source. As for this, it is desirable to arrange for example, a colored light separation side in the shape of an X character. Moreover, said colored light separation optical system may be a dichroic mirror or a dichroic prism.

[0007] Since the direction of the light which carries out incidence to colored light separation optical system, and the direction of the light injected from there serve as an obtuse angle according to this configuration, the difference of the optical path length (path from colored light separation optical system to an electro-optic device) of each separated colored light can be shortened, and the miniaturization of colored light separation and light guide optical system can be performed.

[0008] Furthermore, it is characterized by having arranged the medium by which refractive indexes differ in the optical path which divides into said each colored light the light which carried out incidence to said colored light light separation section, and leads each of that separated colored light to said electro-optic device, and forming the optical path length of each colored light equally.

[0009] Said color separation and light guide optical system are equipped with the optical path of the 1st colored light formed in the center, and the optical path of the 2nd and 3rd colored light formed in the symmetry to the optical path of said 1st colored light, and this makes the refractive index of the optical-path medium of said 2nd and 3rd colored light larger than the refractive index of the optical-path medium of said 1st colored light, for example.

[0010] Moreover, a ratio with said 1st and 2nd optical path lengths who pass a different optical-path medium among the 1st optical-path medium which forms the optical path of said 1st colored light, and the 1st [which forms said 2nd optical path], and 2nd optical-path media is characterized by having the relation of an abbreviation inverse proportion in the ratio of the refractive index of said 1st optical-path medium, and the refractive index of said 2nd optical-path medium.

[0011] Since it can do equally, while according to these configurations it shortens the optical path of each colored light in colored light separation and light guide optical system to necessary minimum, and the miniaturization of colored light separation and light guide optical system is promoted further and can lessen the difference of brightness, adjustment of each optical path length is attained and the color balance of an image is also maintained proper.

[0012] Moreover, said 2nd optical-path medium may form from synthetic resin. By this, even if color separation and light guide optical system are complicated configurations, it can form, and lightweight-ization can also be attained further.

[0013] Furthermore, said the 2nd and 3rd optical plane of incidence and irradiation labor attendants of an optical-path medium are characterized by forming in each field in respect of being perpendicular to the optical axis of the light which carries out incidence. Thereby, the deviation of the light which carries out incidence to an optical-path medium, or the light to inject can be prevented.

[0014] The colored light separation optical system which divides into each colored light of red, green, and blue the light injected in the light irradiated from the light source from the illumination-light study system which arranges the deviation direction, and said illumination-light study system, The colored light light guide optical system which leads each colored light separated by said colored light separation optical system to a corresponding electro-optic device, In the projector equipped with the electro-optic device modulated according to the image information which was able to give said each colored light, and the colored light composition optical system which compounds each colored light modulated with the electro-optic device, it is characterized by using colored light separation and light guide optical system of one of the above.

[0015] Moreover, it is considering as the configuration from which the include angle to the incident light

shaft orientations of the light injected from the light source of said colored light separation member and the include angle to the incident light shaft orientations of the light of colored light composition optical system differ.

[0016] Since the operation effectiveness which also mentioned such a projector above by having said colored light separation and light guide optical system is acquired similarly, the purpose of this invention is attained.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on an example.

[0018] Gestalt 1 drawing 1 of operation is the top view showing the optical system of the projector equipped with the colored light separation and light guide optical system which is one example of this invention. The optical system of this projector is equipped with the illumination-light study system 100, the colored light separation and light guide optical system 200 which consist of colored light separation optical system 210 and colored light light guide optical system 220, the liquid crystal light valves 310R, 310G, and 310B as an electro-optic device, and the dichroic prism 420 and the projection lens 570 as colored light composition optical system.

[0019] The illumination-light study system 100 consists of the 1st and 2nd lens array 120,140 and gobo 150 which consist of the light source (a reflector is included) 110 and two or more small lenses, a polarization sensing-element array 160, and superposition lens 170 grade, as shown in drawing 3.

[0020] Two polarization sensing-element arrays A161 and the polarization sensing-element array B162 have been arranged on both sides of an optical axis at the symmetrical sense, and the polarization sensing-element array 160 has the function for these polarization sensing-element arrays A161 and B162 to change into one kind of linearly polarized light light (for example, s-polarized light light and p-polarized light light) the flux of light of the unpolarized light by which incidence was carried out, and to inject, as shown in drawing 3. Drawing 4 is the mimetic diagram showing an operation of a polarization sensing-element array. If the unpolarized light light (incident light including the random polarization direction) which contains an s-polarized light component and a p-polarized light component in the plane of incidence of the polarization sensing-element array A161 carries out incidence, this incident light will be first separated into s-polarized light light and p-polarized light light by the polarization demarcation membrane 166. S-polarized light light is injected, after it is reflected almost perpendicularly by the polarization demarcation membrane 166 and being further reflected by the reflective film 167. On the other hand, p-polarized light light penetrates the polarization demarcation membrane 166 as it is. In the injection side of the p-polarized light light which penetrated the polarization demarcation membrane 166, $\lambda/2$ phase-contrast plate 164 is arranged, and this p-polarized light light is changed into s-polarized light light, and injects. Therefore, the most serves as s-polarized light light, and the light which passed the polarization sensing-element array A161 is injected. In addition, what is necessary is just to arrange to the injection side where the s-polarized light light reflected by the reflective film 167 injects $\lambda/2$ phase-contrast plate 164 to make into p-polarized light light light injected from the polarization sensing-element array A161. Moreover, as long as the polarization direction can be arranged, $\lambda/4$ phase-contrast plate may be used, or a desired phase contrast plate may be prepared for the both sides of the injection side of p-polarized light light and s-polarized light light.

[0021] It returns to drawing 1 and colored light separation and the light guide optical system 200 are explained.

[0022] First, the colored light separation optical system 210 is formed in the inlet port of colored light separation and the light guide optical system 200, and the colored-light separation optical system 210 consists of the 1st dichroic mirror 211 which has the colored light separation side which reflects red light for one kind of linearly polarized light light injected from the illumination-light study system 100, and penetrates other colored light, and the 2nd dichroic mirror 212 which has the colored light separation side which reflects blue glow and penetrates other colored light. Moreover, plane configuration of the include angle θ to the optical axis of the light irradiated from an illumination-light study system is carried out so that it may become less than 45 degrees, and the 1st dichroic mirror

211 and the 2nd dichroic mirror 212 make it have crossed in the shape of an X character, as shown in drawing.

[0023] Next, the mirrors (the reflective film which vapor-deposited the metal is also included) 223 and 224 for the colored light light guide optical system 220 to make the optical path of the red light separated with the 1st dichroic mirror 211 forming are arranged at the 1st dichroic mirror 211 and liquid crystal light valve 310R side, respectively. Furthermore, the mirrors (the reflective film which vapor-deposited the metal is also included) 221 and 222 for making the optical path of the blue glow separated with the 2nd dichroic mirror 212 form are arranged at the 2nd dichroic mirror 212 and liquid crystal light valve 310R side, respectively. The optical path of such red light and blue glow is formed in bilateral symmetry to the optical axis of green light mentioned later, and makes the optical path length almost equal.

[0024] On the other hand, the optical path of the green light which penetrated the 1st and 2nd dichroic mirrors 211,212, and was separated is formed so that it may be located in the center of the optical path of red light and blue glow. The optical path of each colored light of above-mentioned red, green, and blue is arranged on the flat surface parallel to an optical axis. Although the liquid crystal light valves 310R, 310G, and 310B are not illustrated for every colored light of red, green, and blue, they consist of a liquid crystal panel and an incidence side and outgoing radiation side polarizing plate at least.

[0025] The cross dichroic prism 420 is that with which four vertical angles combined the rectangular prism of the shape of a right-angled isosceles triangle, and the dielectric multilayers which reflect red light, and the dielectric multilayers which reflect blue glow are formed in the interface in the shape of an abbreviation X character. The modulation light of three colors is compounded by these dielectric multilayers, and a synthetic light for projecting a color picture through the projection lens which is projection optical system is formed.

[0026] Moreover, the liquid crystal light valves 310R, 310G, and 310B are being fixed to the cross dichroic prism 420 with adhesives etc.

[0027] Next, actuation of the projector constituted as mentioned above is explained.

[0028] As shown in drawing 3, the unpolarized light light injected from the light source 110 is divided into two or more partial flux of lights 102 by two or more small lenses which constitute the 1st lens array 120, and is condensed near the polarization demarcation membrane 166 of the polarization sensing-element array 160 with two or more small lenses which constitute the 2nd lens array 140. A gobo 150 is for preventing the partial flux of light to the polarization sensing-element array 160 carrying out incidence to the location corresponding to the reflective film 167. In this way, it is changed into one kind of linearly polarized light light, and the partial flux of light which carried out incidence to the polarization sensing-element array 160 is injected, as mentioned above. And two or more partial flux of lights to which polarization light was equal face to the liquid crystal light valves 310R, 310G, and 310B via colored light separation and light guide optical system. In that case, the superposition lens 170 is acting so that the flux of light may be superimposed on the liquid crystal panel of the liquid crystal light valves 310R, 310G, and 310B.

[0029] The light which went into drawing 1 from return and the illumination-light study system 100 at the color separation optical system 210 is separated into each colored light of red, green, and blue by the 1st dichroic mirror 211 which reflects red light and penetrates other colored light, and the 2nd dichroic mirror 212 which reflects blue glow and penetrates other colored light.

[0030] After being reflected by mirrors 223 and 224, respectively, incidence of the red light reflected with the 1st dichroic mirror 211 is carried out to liquid crystal light valve 310R.

[0031] Moreover, after being reflected by mirrors 221 and 222, respectively, incidence of the blue glow reflected with the 2nd dichroic mirror 212 is carried out to liquid crystal light valve 310B.

[0032] Furthermore, incidence of the green light which penetrated the 1st and 2nd dichroic mirrors 211 and 212 is carried out to liquid crystal light valve 310G through the space section 243.

[0033] Each liquid crystal panel which constitutes the liquid crystal light valves 310R, 310G, and 310B has the function as an electro-optic device modulated according to the image information (picture signal) which was able to give the light which carried out incidence, according to the given image information,

it becomes irregular, and each colored light which carried out incidence there forms the image corresponding to each colored light.

[0034] Furthermore, incidence of each modulation light injected from each liquid crystal light valve 310R, 310G, and 310B is carried out to the cross dichroic prism 420, it is compounded, and the synthetic light is projected as a color picture on a screen with the projection lens 570 (display).

[0035] Although this colored light separation and light guide optical system 200 are simple configurations, the geometric distance of the optical path of red light or blue glow becomes longer than the geometric distance of the optical path of green light. As for the geometric optical path length of each colored light, the optical axis of each colored light says the distance from the virtual plane of incidence f of the 1st and 2nd dichroic mirrors 211 and 212 to the plane of incidence of each liquid crystal light valve here. For example, each optical path length of red, green, and blue glow becomes the die length of each lines LR (from h to r), LG (from h to g), and LB (from h to b) shown in drawing 1. It becomes possible by shortening the difference of this geometric distance to make small magnitude of colored light separation and light guide optical system. If it explains in full detail, 2 point lead lines show arrangement of the optical path length of the blue glow at the time of making into 45 degrees the include angle to the optical axis of the light which carries out incidence of the 2nd dichroic mirror 212 from an illumination-light study system, and colored light light guide optical system. On the other hand, the broken line shows arrangement of the red light optical path length at the time of making the include angle of the 1st dichroic mirror 211 into 22.5 degrees, and colored light light guide optical system. Thus, it becomes possible by making the include angle of the 1st dichroic mirror 211 into less than 45 degrees to make magnitude of light guide optical system small.

[0036] Next, the optical-path-length difference of the optical path length of green light and other colored light can be adjusted by changing the medium of an optical path. That is, since the rate of the light which passes through the inside of the medium will become quick if the refractive index of the medium which forms an optical path becomes large, it uses that geometric distance becomes short seemingly according to the refractive index of a medium.

[0037] In this example that made the medium of the optical path of green light air (a refractive index is about 1), that optical path length can be made shorter than geometric distance with constituting the optical path of red light or blue glow from a medium of a bigger refractive index than air. Here, air is used as the 1st optical-path medium, by using a part of optical path of red light or blue glow as the 2nd medium, glass 241 and 242 is used and the optical path length of blue glow or red light is made equal to the optical path length of green light by adjusting the magnitude of the glass.

[0038] What is necessary is just to set up so that the relation between the value LG0 which lengthened the optical path length to whom red light passes through the inside of air from the optical path length LG of green light, the value which lengthened the optical path length who passes through the inside of air from the optical path length LR of red light, the distance LR 0 in which red light will pass through the inside of glass if it puts in another way and the refractive index n_0 of air, and the refractive index n_1 of glass in $LG_0:LR_0=n_1:n_0$ may specifically become. Moreover, the same is said of the optical path of blue glow. This glass 241,242 is formed at the perpendicular flat surface to the optical axis of blue glow or red light, and the configuration of that flat surface has become rectangle-like.

[0039] In addition, the use of transparent matter, such as a diamond, a quartz, sapphire, Xtal, synthetic resin, and water, other than glass is possible as such a medium. Especially when synthetic resin is used, lightweight-ization can also be attained while being able to manufacture easily, even if it is the configuration of complicated colored light light guide optical system.

[0040] Moreover, either the configuration whose media of these form the whole optical path, or a configuration of forming a part of optical path is possible.

[0041] In the projector of this example, since the medium with a big refractive index was made to be placed between the optical path lengths of other colored light and an equal distance was optically formed while bringing the optical path length of other colored light close to the shortest optical path length among the optical path lengths of each colored light in colored light separation and light guide optical system, colored light separation and light guide optical system can be miniaturized further, and the color

balance of an image is also maintained proper.

[0042] Gestalt 2. drawing 2 of operation is the top view showing the optical system of the projector concerning the gestalt 2 of operation of this invention.

[0043] This has the same composition as the gestalt 1 of the above-mentioned implementation except for the configuration of a part of illumination-light study system and colored light light guide optical system. Here, the same sign is given to the same function part material as the gestalt of said operation, and those detailed explanation is omitted or simplified.

[0044] First, as the illumination-light study system 600 is shown in drawing 2 and drawing 5, the light source 610 consists of an parallel-ized lens 620 which injects in parallel the light injected towards the 2nd focus by the ellipse reflector 612, and the light source lamp 611 attached in the 1st focus of the ellipse reflector 612 and the ellipse reflector 612 to an optical axis, and a polarization sensing element 630. The polarization sensing element 630 is equipped with a truncated-cone-like body, and constitutes truncated-cone-like a center section 631 and this center section 631 including the periphery section 633 prepared so that the conical surface might be surrounded. Both these center sections 631 and the periphery section 633 are formed with glass. The conical surface of the periphery section 633 and the conical surface of a center section 631 are formed so that it may spread as it goes to a same direction of flare, i.e., irradiation appearance, side. Between the conical surface of a center section 631, and the inside of the periphery section 633, the polarization light s is reflected among the light (second+p) of unpolarized light, and the polarization demarcation membrane 666 which penetrates the polarization light p is formed in it. $\lambda/2$ phase-contrast plate 664 which changes the polarization light p into the polarization light s are formed in the irradiation labor attendant of a center section 631. On the other hand, the reflective film 667 is formed in the outside conical surface of the periphery section 633. This reflective film 667 reflects further the polarization light s reflected by the polarization demarcation membrane 666, and is made to inject from the outside injection side of the shape of a circular ring of the periphery section 633.

[0045] Moreover, colored light separation and the light guide optical system 700 consist of colored light separation optical system 210 and light guide optical system 720. The mirrors 721 and 722 to arrange the mirrors 723 and 724 for the colored light light guide optical system 720 to make the optical path of the red light separated with the 1st dichroic mirror 211 form at the 1st dichroic mirror 211 and liquid crystal light valve 310R side, respectively, and make the optical path of the blue glow further separated with the 2nd dichroic mirror 212 forming are arranged at the 2nd dichroic mirror 212 and liquid crystal light valve 310R side, respectively. The optical path of such red light and blue glow is formed in bilateral symmetry to the optical axis of green light mentioned later, and makes the optical path length almost equal.

[0046] On the other hand, the optical path of the green light which penetrated the 1st and 2nd dichroic mirrors 211,212, and was separated is formed so that it may be located in the center of the optical path of red light and blue glow. The optical path of each colored light of above-mentioned red, green, and blue is arranged on the flat surface parallel to an optical axis. Also in here, glass 741 and 742 is formed in the optical path of red light or blue glow as 2nd optical-path medium. While intercepting the light from the outside of glass 742, processing of the paint with tints, such as black for suppressing reflection, etc. is performed to the optical plane of incidence 751,753 of this glass 741,742 and the irradiation labor attendant 752,754, and the field except the field in which the reflective mirror was prepared. Moreover, in order to make it easy to understand, a glass side and paint 761-764 are detached in drawing, and it is shown in it.

[0047] While the optical system containing an illumination-light study system is further constituted from a projector of this example by the compact, effect by outdoor daylight, reflection, etc. can be lessened. In addition, this invention is not limited to the gestalt of the above-mentioned implementation, and deformation as shown below etc. is included in this invention including other configurations which can attain the purpose of this invention.

[0048] For example, although the gestalt of the above-mentioned implementation explained the example at the time of applying this invention to the projector which used the liquid crystal panel of a

transparency mold, this invention can be applied also to the projector which used the liquid crystal panel of a reflective mold. Moreover, an electro-optic device is not limited to a liquid crystal panel like the after-mentioned. Here, the "transparency mold" means that it is the type whose electro-optic devices, such as a liquid crystal panel, penetrate light, and means that a "reflective mold" is a type whose electro-optic devices, such as a liquid crystal panel, reflect light. In the projector which adopted the electro-optic device of a reflective mold, it may be used also as a colored light composition means by which it compounds three modulated colors and injects in the same direction while a dichroic prism is used as a colored light separation means by which red, green, and blue carry out 3 color separation of the light.

[0049] Moreover, with the gestalt of the above-mentioned implementation, although the optical axis of incident light and the include angle of the 1st and 2nd dichroic mirrors 211,212 were made into 22.5 degrees, if it is less than 45 degrees, the purpose can be attained. Furthermore, although the 1st and 2nd dichroic mirrors 211,212 were made to cross and being arranged, you may arrange, without making it cross on an optical axis. Although the 1st and 2nd dichroic mirrors 211,212 were used, it may change into the dichroic prism of the flat-surface configuration where the outer edge of the 1st and 2nd dichroic mirrors 211,212 was connected, and you may constitute.

[0050] Moreover, although the optical path of red and blue glow was formed in the center for the optical path of green light to the optical path at bilateral symmetry, the optical path of each colored light may be changed suitably.

[0051] The electro-optic device for light modulation may not be restricted to the liquid crystal light valve which used the liquid crystal panel, and may be equipment using [for example,] the micro mirror.

[0052] The prism which is colored light composition optical system may not be restricted to the dichroic prism with which two kinds of colored light selective surfaces were formed along the adhesion side of four rectangular prisms, either, but a colored light selective surface may be one kind of dichroic prism, a dichroic mirror, or a polarization beam splitter. In addition, prism may be what arranges a colored light selective surface in the box of abbreviation hexagon-head face piece-like light transmission nature, and was filled up with the liquid there.

[0053] Furthermore, although the front projector which performs projection, and the direction which observes a projection image have as a projector the tooth-back projector which performs projection from the opposite side from the direction which observes a projection image, the configuration shown with the gestalt of the above-mentioned implementation is applicable to the all.

[0054]

[Effect of the Invention] Since the optical path length of each colored light of color separation and light guide optical system can be made equal according to this invention, without using leading about of relay optical system and a complicated optical path, the color balance of an image is kept suitable and can obtain the projector using the colored light separation, the small light guide optical system, and small it by which the use effectiveness of light was also raised.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

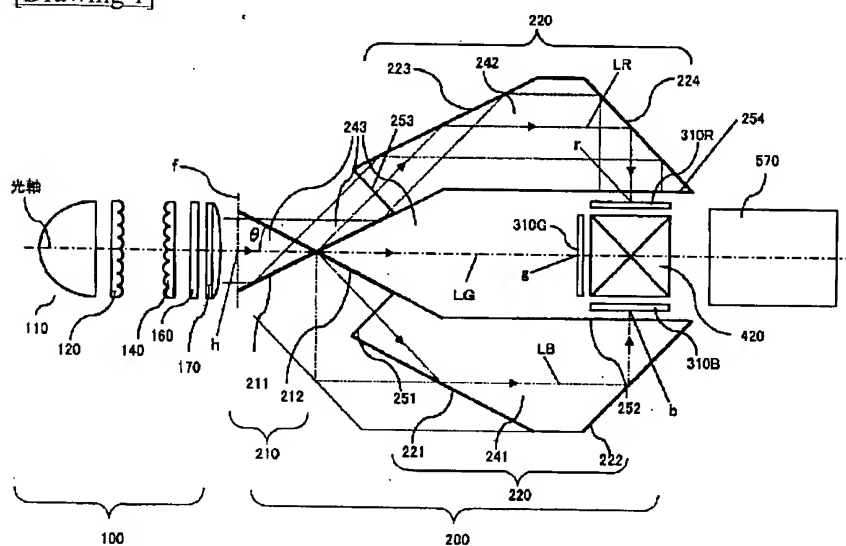
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

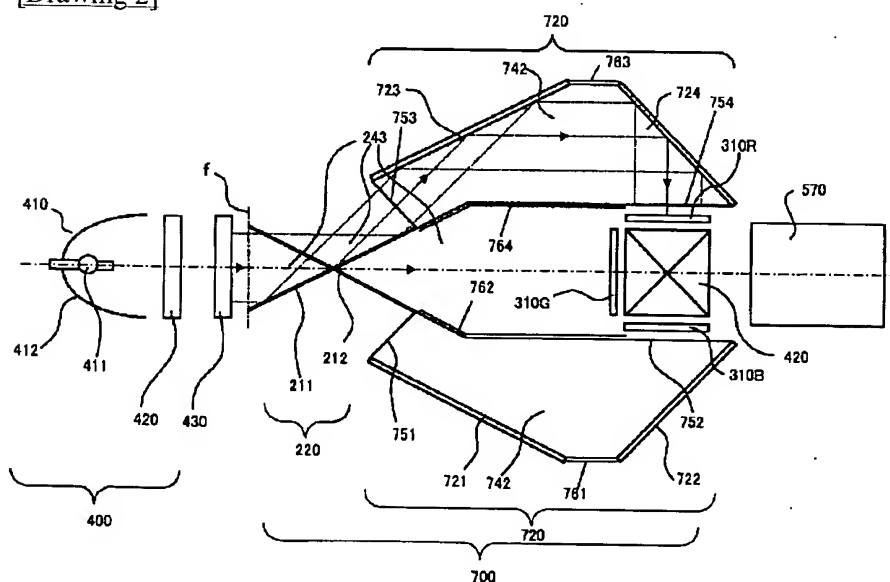
3. In the drawings, any words are not translated.

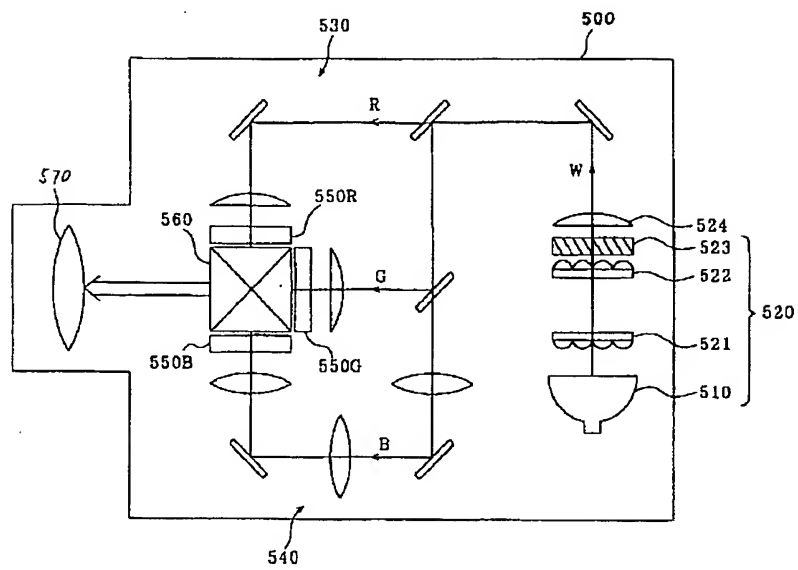
DRAWINGS

[Drawing 1]



[Drawing 2]





[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.